DIE ENTSTEHUNG DER DIGITALEN TASTBALLEN

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades der
Medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Sonja Sybille Schmidt
aus Göttingen

1964

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544314_0071

Dekan:	Professor Dr. med. Brandis
Referent:	Professor Dr. med. Blechschmidt
Korreferent:	Priv.Doz. Dr. med. Klostermann

Tag der mündlichen Prüfung: 13. V. 64

Z. Morph. Anthrop.	55	1	1—10	Stuttgart, Februar 1964

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Göttingen
Direktor: Professor Dr. E. Blechschmidt

Die Entstehung der digitalen Tastballen

Von **Sonja Sybille Schmidt***

Mit Tafel 1—6

Einleitung

In dieser Arbeit soll die Entwicklung des Fingerendgliedes in der Periode vom 20 mm großen Embryo bis zum Neugeborenen gezeigt werden. Die Untersuchung soll zunächst die Lageentwicklung, dann die Formentwicklung und schließlich die zugehörige Strukturentwicklung der Fingerbeere aufzeigen. Dabei soll die Strukturentwicklung der Fingerbeere als organischer Bestandteil des Fingers vor allem in kinetisch-anatomischer Hinsicht beschrieben werden.

Hierbei ist nicht beabsichtigt, einzelne Entwicklungsmerkmale isoliert darzustellen oder gar den sehr gewagten Versuch zu machen, einzelne Sondermerkmale verschiedener „Dimensionen" der Entwicklungsvorgänge etwa aufeinander zurückzuführen, indem wir einer einzelnen Methode die Fähigkeit zuschreiben würden, die Ursache der Entwicklung der menschlichen Fingerbeere aufklären zu können. Da wir heute wissen, daß die Entwicklung nicht organisatorisch, sondern organisch verläuft, erscheint es uns besonders wichtig, die verschiedenen „Dimensionen" des Organischen nicht einander gleichzusetzen.

Mit meinem Befundmaterial knüpfe ich zunächst an die Beobachtungen von Cummins (1929) und Schreiber (1942) an. Cummins beschreibt die Form des Tastballens und führt an einem reichen Material die zeitliche Reihenfolge der Entstehung der Tastballen der Fingerendglieder, der Interdigitalballen und der Tastballen der Handfläche und derjenigen am Fuß aus. Schreiber zeigt den Faser- und Septenverlauf im Finger. Er stellt die dorsale der volaren Ausrichtung gegenüber und erklärt damit die besonderen Ausbreitungsformen der Abcesse im Finger.

Material und Methode

Als Untersuchungsobjekt standen die Schnittserien der embryologischen Sammlung von Professor Blechschmidt zur Verfügung. Es wurden die Finger von Embryonen mit einer Scheitel-Steiß-Länge (S.-S.-L.) von 18 mm, 20 mm, 25 mm, 27 mm, 30 mm, 33,5 mm, 41 mm, 51 mm, 60 mm, 65 mm, 80 mm, 96 mm, 120 mm, 160 mm, 180 mm, 250 mm und 360 mm in sagittaler, querer und flacher Schnittrichtung untersucht. Die Serien waren HE-, Trichrom-, Azan-gefärbt bzw. silberimprägniert. Die kleinsten Größen der untersuchten Embryonen hatten noch keine erkennbaren Tastballen. Die letztgenannten Größen entsprechen den Stadien, in denen die Form- und Strukturbesonderheiten des ausgewachsenen Fingers in den hier interessierenden Einzelheiten deutlich entwickelt sind.

* Dissertationsarbeit bei Professor Dr. E. Blechschmidt.

Befunde

I. Die Lageentwicklung des Fingerendgliedes (Abb. 1)

In Abb. 1 sind die Fingerendglieder eines 20, 27, 41, 60 und 96 mm großen Embryo dargestellt. Die Präparate zeigen die Endglieder median geschnitten. Alle Medianschnitte sind bei gleicher Vergrößerung wiedergegeben, so daß wir das Wachstum der Fingerbeere und die damit einhergehende Differenzierung ermessen können. Wir sehen beim 20 mm großen Embryo den Finger mit seinem Endglied überstreckt, wenig dorsalwärts flektiert. Beim 27 mm großen Embryo hat diese Dorsalflexion zugenommen. Dorsal ist die Haut schärfer eingeknickt und volar stärker vorgewölbt als im Stadium zuvor. Beim 41 mm großen Embryo fehlt diese Dorsalflexion. Statt dessen ist eine für dieses Alter charakteristische, leicht volarflektierte Stellung zu sehen. Dorsal beginnt die Taschenbildung der Oberhaut, welche die Anlage des Nagels darstellt. Die volare Knickung der Haut, die hier im Stadium zuvor deutlich war, wird jedoch weniger auffällig, um beim 62 mm und 96 mm großen Embryo fast völlig zu verschwinden. Im Anlagegebiet der Endphalanx beginnt sich beim 41 mm großen Embryo eine Wachstumsflexion bemerkbar zu machen, die in den nachfolgenden Stadien zunimmt.

Die genannten Entwicklungsbewegungen sind mit denen in dem proximal angrenzenden, älteren Teil der Fingerregion verknüpft. Sie stellen eine Anpassung der distalen Zuwachsgebiete an die proximal schon vorentwickelten Abschnitte des Fingers dar (Anpassung eines jüngeren Körperteils an den angrenzenden älteren): Beim Vergleich des ganzen Fingers eines 20 mm und 27 mm großen Embryo bemerkt man, daß bei dem abgebildeten 27 mm großen Embryo in dem metaproximalen Fingergelenk bereits eine Volarflexion stattgefunden hat, die an Grad und Deutlichkeit der des distalen Fingergelenkes des 96 mm großen Embryo entspricht. Diese Wachstumsarticulation ist nach Ausweis von Vergleichspräparaten als ein Ausdruck des ungleichen Längenwachstums des Knorpels und der ihm angrenzenden Sehnen zu deuten. Während der im Finger dorsal gelegene Knorpel zunächst nur bis zum distalen Ende der Mittelphalanx in die Länge wächst (27 mm großer Embryo), findet er an der dickeren, volaren Muskulatur stärkeren Wachstumswiderstand als dorsal. Dabei krümmt sich der Finger in seinem metaproximalen Gelenk so, daß die Dorsalaponeurose, die sich distal in der Knorpelanlage und in dem dorsal angrenzenden Integument pinselartig verzweigt, an dem distalen Köpfchen der Mittelphalanx proximalwärts gleitet. Hierbei bringt sie die Einsenkung zustande, die uns das Stadium des 27 mm großen Embryo als Anlage des Fingernagels zeigt. Erst wenn das Endglied ähnlich wie die proximalen Fingerglieder schlanker wird und hierbei auch die knorplige Endphalanx ein intensives Längenwachstum beginnt, kommt im distalen Fingergelenk, ähnlich wie im metaproximalen und proximalen, die zunehmende Wachstumsflexion zustande, die uns die Stadien vom 41 mm bis 96 mm großen Embryo zeigen. Mit Beginn dieser Entwicklungsperiode flacht sich im Endglied das beim 27 mm großen Embryo dorsalwärts vorgewölbte Integument relativ zum

ventralen mehr ab, so daß dieses jetzt erst die typische Fingerbeere ausbildet. In diesem Alter kröpft sich die distale Epiphyse der Endphalanx volarwärts am Schaft ab, den knöchernen Processus uncinatus bildend. So wird die Längsachse der Endphalanx nicht geradlinig vergrößert, sondern sie krümmt sich mit ihrem distalen Ende volarwärts (41 mm).

In der ganzen genannten Entwicklungsperiode stellt das Knorpelskelet den aktiven, durch Quellungswachstum gekennzeichneten Teil des Bewegungsapparates dar, dagegen die Muskulatur, vermöge ihres Dehnungswachstums, den zunächst relativ kurz bleibenden, passiv funktionierenden Teil. Die Frage ergibt sich, in welcher Weise ist die Entwicklung des Tastballens in dieses Entwicklungsgeschehen eingebaut. Dazu müssen wir uns die weiteren Stadien der Entwicklung vergegenwärtigen und nun bei stärkerer Vergrößerung untersuchen.

II. Formentwicklung

(Abb. 1 und Abb. 2)

Die Formentwicklung, die sich beim Endglied im Rahmen der beschriebenen Lageentwicklung vollzieht, läßt sich noch deutlicher ersehen, wenn wir unsere Untersuchung auf 160 mm bis auf 250 mm große Embryonen ausdehnen. In Abb. 2 sind dieselben Fingerbeeren eines 160 mm und 250 mm großen Embryo wie zuvor wieder bei der gleichen Vergrößerung wie bisher dargestellt. Der Vergleich der Abbildungen zeigt die intensive Größenzunahme des Fingerendgliedes im dritten und vierten Embryonalmonat. Das Endglied im Stadium eines 20 mm großen Embryo (Abb. 1 links) hat nur einen Bruchteil der Größe eines Fingers des Stadiums eines 250 mm großen Embryo. Die Formänderungen, die sich jetzt im Bereich der Fingerbeere zeigen, sind folgende. In dem Stadium 20 mm erscheint die Volarseite der Beere flach, bei geringer Vergrößerung betrachtet ziemlich gleichmäßig gewölbt, sie nimmt erst allmählich distalwärts an Krümmung zu. Beim 27 mm großen Embryo findet sich, volar vom Köpfchen der Mittelphalanx in der Oberhaut eine Protuberanz. Sie zeigt sich im Stadium 41 mm volar von der proximalen Epiphyse der Endphalanx. Sie verlagert sich bis zum Stadium 60 mm bis zu einer Stelle volar von der Diaphyse der Endphalanx. Beim Stadium 96 mm erscheint die Protuberanz wieder abgeflacht und ist späterhin nur undeutlich abzugrenzen. Diese nur vorübergehend deutliche Erhebung stellt einen sogenannten digitalen Tastballen dar. Im Unterschied zu dieser Integumentbildung kommt dorsal eine zunehmende Einsenkung zustande. Die oben beschriebene Dorsalflexion dokumentiert sich in dem abgebildeten 27-mm-Stadium in einer deutlichen dorsalen Protuberanz. Diese sehen wir im Stadium 60 mm weniger auffällig. In den nachfolgenden Stadien, vor allem beim 160 mm großen Embryo, wird sie durch eine dorsalconcave Einsenkung des Integuments ersetzt. In der späteren Fetalzeit erhält sich die Einsenkung im Anlagegebiet des Nagels unter dem Nagelfalz. Dieser Teil des Fingers erscheint beim Erwachsenen im Medianschnitt relativ zu den angrenzenden, nach außen konvexen Hautbezirken abgeflacht.

III. Strukturentwicklung

Im Verlauf des zweiten und der nachfolgenden Entwicklungsmonate bilden sich im Endglied des Fingers und damit im besonderen in der Fingerbeere unter der Oberhaut, zwischen ihr und der Skeletanlage, drei Schichten aus: eine oberflächliche, eine tiefe und eine mittlere. Alle drei Schichten entstehen aus einem indifferenten, zunächst sehr zellreichen Gewebe (Abb. 3), das distal unter der Fingerkuppe bei einem 20 mm großen Embryo zunächst noch ziemlich gleichmäßig mitosenreich ist.

In der genannten Abbildung ist distal in der noch breitbasigen Fingerkuppe keine scharfe Grenze zwischen der Skeletanlage und dem Integument zu sehen. Die Abbildung zeigt vielmehr, daß basal bogenförmige Zellzüge eine desmale Anlage der späteren Pfannenregion der Endphalanx bilden, während distal die extrem zellreichen Zellzüge noch ziemlich senkrecht zur Basalmembran der Oberhaut stehen. Dorsal vom Köpfchen der Mittelphalanx spalten sich die Zellzüge der Dorsalaponeurose pinselförmig divergent gegen die Oberhaut und in die Anlage der Endphalanx aus. Die letztgenannten Zellzüge bilden die Anlage der distalen Gelenkpfanne (Abb. 3 bei 2). Volarwärts setzen sich die Zellzüge in die Sehne des M. flexor digitorum prof. fort. Nur von ihren primitivsehnigen Ausläufern finden wir das distale Köpfchen der Mittelphalanx eingefaßt. Auch hier zeigt eine stärkere Vergrößerung, daß die Sehnenanlage gegen die desmale Anlage der Phalanx divergiert (Abb. 3 a bei 1 und 2).

In den nachfolgend abgebildeten Stadien des 27 mm sehen wir bei der stärkeren Vergrößerung (Abb. 4) in dem bereits länger gewordenen Endglied Skelet und Integument deutlich gegeneinander abgesetzt. In dem kappenförmigen Gewebe, das wir vorhin noch als eine primitive desmale Struktur dem Kopf der Mittelphalanx aufgesetzt sahen, ist jetzt eine schon teilweise knorplige, proximalwärts concave Gelenkpfanne entstanden. Sie setzt sich distal in eine knorplige Endphalanx fort. Dieser schließt sich distal im Hauptzuwachsgebiet des Fingers ein zellreiches Gewebe an, dessen Struktur, noch immer ohne deutliche Schichtung, sich von der Skeletierungszone kontinuierlich bis zur Oberhaut fortsetzt. Nur im Übergangsgebiet zwischen Mittel- und Endphalanx ist jetzt die deutliche Dreischichtung einer tiefen, mittleren und oberflächlichen Gewebslage zu sehen. Die tiefe Schicht wird vorwiegend von der Flexorsehne und dem ihr zugehörigen Skelet, die oberflächliche von einem zellreichen Corium und die mittlere von einer gefäßreichen Subcutis gebildet. Sie selbst bildet den Kern der Fingerbeere, der sich breit in das Mittelglied etwa bis zum Tastballen erstreckt. Der Kern ist in seiner tiefsten Schicht grundsubstanzreicher als in seiner oberflächlichen Lage (Abb. 4 a). Eine Strukturierung durch deutlich verschieden gerichtete Zellzüge, im Sinne einer oberflächlichen, mittleren und tiefen Faserschicht der Fingerbeere, ist erst in den nachfolgenden Stadien (Abb. 5) erkennbar.

Hier sehen wir im Medianschnitt unter der Oberhaut deutlicher als zuvor eine Zellage regelmäßig quergetroffener Zellen. Diese Zellen gehören zu Faserzügen, die, alle tangential zur Oberhaut, dorsal am Lig. anulare des distalen Finger-

gelenkes verankert sind. Durch sie ist die Oberhaut an das Hypomochlion fixiert, das die Mittelphalanx mit ihrem distalen Köpfchen bildet. Wir nennen diesen Zellzug den oberflächlichen Faserzug der Fingerbeere (Abb. 5 a bei 1). Er stellt die primitive Anlage des Corium dar.

Die Oberhaut ist in dem wiedergegebenen Stadium auch noch an Zellzügen verankert, die zu den Leitungsbahnen der Fingerbeere gehören. Die Zellzüge (Abb. 5 und 5 a bei 2) convergieren als Äste der bekannten Fingergefäße und der sie begleitenden Nerven volarwärts in Richtung auf die Stämme der Aa. und Nn. digitales volares proprii. Auch sie stellen einen Halteapparat für die Oberhaut dar. Wir nennen diesen den mittleren Faserzug. Er geht in der Tiefe der Fingerbeere in einen Zellverband über, der sich von der Basalmembran der Oberhaut bzw. von der Anlage des Corium zum Processus uncinatus verfolgen läßt. Der Processus uncinatus stellt bei dem 41 mm großen Embryo, dessen Fingerbeere wir anfangs an Abb. 1 demonstrierten, die Anlage der distalen (knöchernen) Epiphyse der Endphalanx dar (Abb. 5). Diese bindegewebig verknöchernde, also nicht knorplig vorgebildete Epiphyse wird mit zunehmendem Längenwachstum des Knorpels der Endphalanx distalwärts verlagert, so daß das Scherengitter, das die oberflächlichen, mittleren und tiefen Faserzüge miteinander bilden, auf das Skelet aufgepreßt wird.

Die bereits im Entstehen grundsubstanzreiche, polsterartig Subcutisanlage der Fingerbeere ist durch die fasrigen Bauelemente (Abb. 5 a) allseitig abgekapselt und damit in sich verspannt. Durch die Verlaufsrichtung der fasrigen Gewebselemente wird die Oberhaut während ihres Flächenwachstums lokal verschiedenen Wachstumswiderständen ausgesetzt. Je schneller sich die Zellen der Oberhaut distal am Finger vermehren, um so mehr werden sie durch ihre Verankerung an den beschriebenen Gefäß- und Nervenverzweigungen (Abb. 5 rechterhand neben 2) entlang der Basalmembran proximalwärts gedrängt. Proximal behindern sie das Oberflächenwachstum der Haut, die durch die beschriebenen Gewebszüge am Processus uncinatus verankert ist (schräg aufsteigende Gewebszüge, Abb. 5 bei 2). Die im Flächenwachstum lokal behinderte Haut stellt die epitheliale Anlage des Tastballens und damit die Anlage der Papillarleisten dar, die das bekannte (Bonnevie 1929), am Finger besonders variable (genetisch bevorzugt interessierende, individuell lokal verschiedene) Papillarleistenmuster bilden. Ihr Entstehungsareal wird bei älteren Fingerbeeren von den regelmäßig distal convexen Papillarleisten einerseits und den regelmäßig volarwärts konvexen Anlagen der Papillarleisten begrenzt (Blechschmidt 1963). Diese beiden Bogensysteme verlaufen stets parallel zu den Hauptrichtungen der Gewebszüge, die oben als die oberflächlichen bezeichnet wurden.

Wir können so eine im Flächenwachstum beengte, compensatorisch mehr durch Dickenwachstum ausgezeichnete Tastballenregion als die centrale Fingerbeerengegend der peripheren Fingerbeerenhaut gegenüberstellen. Nur die erstgenannte Zone weist die bekannte extreme Variabilität auf, die man an den vielfältig individuell variabeln Papillarleistenmustern findet.

Die zellreiche Zone des Tastballens unterscheidet sich von der intercellularsubstanzreichen Zone der Subcutisanlage in dem abgebildeten Stadium (Abb. 5) deutlich. Das gilt noch mehr für die folgenden Stadien. Im Stadium eines 80 mm großen Embryo sind die Zellen der tiefen Faserschicht, die in ihren Zellen und ihrer Grundsubstanz eine bevorzugte Ausrichtung erfahren hat, nicht nur relativ zur Grundsubstanz spärlicher, sondern erscheinen im Schnittbild auch absolut kleiner (Abb. 6). Bei diesen Zellen hat sich das Verhältnis von Zelloberfläche und Zellvolumen sehr zugunsten der Zelloberfläche, aber auf Kosten des Zellvolumens, vergrößert. Die Zellen zeigen hier sehr selten Mitosen. Ihre Beanspruchung bzw. die Veranlassung, daß sie besonders Wachstumsarbeit leisten, scheint während der Ausrichtung des Gewebes hier relativ groß zu sein. Ich habe mehrere hundert Präparate miteinander verglichen. Immer ließ sich die reiche Entwicklung der flüssigkeitsreichen Grundsubstanz als ein Zeichen vermehrter Wachstumsarbeit des primitiven Binnengewebes (Mesenchym) auffassen. Die nur auf das Innere der Zellen beschränkte Arbeit, die wir bei Mitosen finden, ist hier in der Tiefe der Subcutis nahe dem Skelet gering. Alle diese beschriebenen Strukturen sind in Flachschnittserien und in Querschnitten durch die Fingerbeere leicht zu kontrollieren. Einzelphotographien und Protokolle sind im hiesigen Institut einzusehen.

Diskussion

Von der Strukturentwicklung der embryonalen Fingerbeere lagen bisher noch keine Untersuchungen vor. Die üblichen Darstellungen behandeln das Thema nur nebenbei, indem sie sowohl die embryonale Fingerbeere als auch ihre Sondereinrichtungen, wie z. B. den Tastballen, entweder als eine Rekapitulation primitiver Verhältnisse bei den Vorstufen des Menschen oder nur gleichnisweise, als zweckmäßige Einrichtung für die Tastfunktionen des Fingers deuten. Diese Auffassungen konnte ich nicht berücksichtigen, weil sie keinerlei exakteren Aufschluß über den Bau der embryonalen Fingerbeere gibt und nicht ableiten läßt, welche Architektur in der embryonalen Fingerbeere existiert. Hier schien es mir daher unumgänglich, mich auf eigenes, erst neu zu erhebendes Befundmaterial zu verlassen. Dabei ergab sich als Hauptresultat folgendes. Die Strukturverhältnisse des Neugeborenen bzw. des Erwachsenen werden schon im zweiten Embryonalmonat im Bauplan deutlich. Hier finden wir bereits die Vorstruktur der Bindegewebszüge, von denen 1942 H. Schreiber zunächst zwei Hauptsysteme nachgewiesen hat. Er hatte im Finger des Neugeborenen zwei Bindegewebszüge gefunden: einen oberflächlichen und einen tiefen. Die nahe dem Corium gelegenen Bindegewebszüge verlaufen zirkulär zur Längsachse des Fingers und gehen in das Lig. anulare über. Sie weisen beim Neugeborenen eine relativ dichte Strukturierung auf. Die mehr in der Tiefe, in der Subcutis verlaufenden, sind parallel zur Längsachse des Fingers eingestellt, also longitudinal. Die zirkulären und die longitudinalen schneiden sich in einer ziemlich scharfen Grenzzone rechtwinklig zueinander. Blechschmidt hat die Anlage dieser Gewebszüge bereits bei einem 20 mm gro-

ßen Embryo 1961 beobachtet und analoge Verhältnisse auch bei jüngeren Embryonen, aber hier zunächst nur in den proximalen Extremitätenabschnitten, im Unterarm und in der Anlage des Oberarmes, beschrieben. Die hier mitgeteilten Befunde ließen noch offen, wie diese Anlagen sich in den jüngsten Zuwachsgebieten der Extremitäten, also distal in der Fingerbeere, verhalten. Hier zeigen nun meine Befunde, daß die longitudinalen Züge bei Embryonen zwischen 10 und 20 mm Körpergröße zunächst die Leitstrukturen für die arteriellen Stammgefäße und Stammnerven der Extremität darstellen. Bei 20 bis 30 mm großen Embryonen setzen sich diese von der Hand zunächst in die proximale Fingerregion fort. Erst wenn diese Vorstrukturen entwickelt sind, strahlt das longitudinale Gewebe vom Grundglied des Fingers distalwärts divergierend in die Anlage der Fingerbeere ein und stellt nunmehr den von mir als den mittleren Faserzug bezeichneten Gewebszug dar. Wie man leicht sehen kann, vollziehen die Stammarterien der Finger ihr distalwärts gerichtetes Sprossenwachstum regelmäßig in diesem mittleren Faserzug. Die Arterienanlagen wachsen dabei nicht in gleicher Geschwindigkeit mit dem benachbarten embryonalen Knorpelskelet mit, sondern bleiben kurz. Die kurz bleibenden Gefäßanlagen werden im Verlauf des Längenwachstums des Fingers allmählich in ihrem Längenwachstum durch aussprossende Kapillaren ergänzt. Während das Kaliber der proximalen Arterienabschnitte zunimmt und diese kurz bleiben, stellen sie zusammen mit ihrer Adventitia einen Halteapparat dar. Die oben beschriebenen Leitungsbahnen stellen damit Verankerungen des von ihnen in der Fingerbeere versorgten Gewebes, also vor allen Dingen Verankerungen der Haut, aber auch zugleich Verankerungen der Anlagen des Bewegungsapparates dar. Die proximalwärts verankerte embryonale Epidermis drängt während ihrer allmählichen Zellvermehrung (Einwanderung von Zellen des Stratum intermedium in die Basalschicht) die distale Oberhaut der Fingerbeere proximal gegen den Rand des Lig. anulare und bedingt damit ein lokal behindertes Flächenwachstum des Oberhautepithels. Die so unter lokal besonderen Wachstumsbedingungen stehende Haut ist die oben beschriebene Anlage des digitalen Tastballens der Fingerbeere. Der Tastballen ist eine lokale Entwicklungsmodifikation der Haut. Er wird wie alle lokal verdichteten Abschnitte des Integuments schon bald nach der Entstehung besonders ausgiebig mit sensiblen Nerven versorgt, durch die das zugehörige Zentralnervensystem von den lokalen Wachstumsreizen informiert wird. Ich habe hierzu Versilberungspräparate von Embryonen im zweiten Entwicklungsmonat untersucht und dabei gefunden, daß die Innervationsdichte der Fingerbeere sehr regelmäßig konform mit der lokalen Verdickung zunächst des Tastballens und dann der ganzen Fingerhaut entsteht. Die Randpartien der verdickten Zonen zeigen zunächst noch keine Hautnerven.

Hieraus glaube ich den Schluß ziehen zu dürfen, daß entgegen den früheren Vermutungen nicht so sehr in den Nerven als in dem beschriebenen Mesenchym der Fingerbeere eine der unmittelbaren Ursachen für die Tastballenbildung zu suchen ist.

Zusammenfassung

Es wird die Entwicklung des Endgliedes vom Finger bei menschlichen Embryonen in den Stadien vom zweiten Embryonalmonat bis zum Neugeborenen untersucht. Die hierbei erkennbaren Entwicklungsvorgänge waren bisher nicht maßstäblich geprüft worden, so daß die Entwicklungsbewegungen dieses hochspezialisierten Organs, das frühembryonal intensive Wachstum der Fingerbeere, und die davon abhängigen Differenzierungen unbekannt blieben.

Beim etwa 20 mm großen Embryo zeigte der Finger in seinem Endgelenk eine charakteristische Überstreckung (Dorsalflexion), während er zunächst noch breiter als lang ist. Die Überstreckung nimmt zu Anfang des zweiten Entwicklungsmonates (Stadium 27 mm) zu, um im dritten Monat bei etwa 41 mm großen Embryonen allmählich in eine Volarflexion überzugehen. In diesem Entwicklungsmonat beginnt die definitive Proportionierung des Endgliedes. Die Fingerbeere wird schlank. Gleichzeitig ändert sich ihre Struktur. Während die größtenteils knorplige Endphalanx an Länge zunimmt, bleibt die Haut der Fingerbeere an den inzwischen entstandenen, distalwärts verzweigten Blutgefäßen und Nerven bzw. ihren Leitstrukturen proximal zugfest verankert. Gleichzeitig rückt der Processus uncinatus unter der sich distal schnell vergrößernden Oberhaut distalwärts vor. Hierbei bleibt der proximale Teil der Haut der Fingerbeere mit schrägen Bindegewebszügen am Processus uncinatus verankert und umgekehrt der distale Teil an den großen Leitungsbahnen. Nur im proximalen Teil des volaren Integumentes bleibt während dieser Entwicklungsperiode die Oberhaut auf engem Raum zusammengedrängt, so daß sie sich lokal zum sogenannten Tastballen verdickt. Das lokal verdickte Integument erscheint danach als eine lokale Wachstumsmodifikation der Haut.

Die frühe Innervation des Tastballens ist keine Ursache, sondern eine Folge seiner Entwicklung.

Summary

This concerns the research on the development of the end-limb of the finger with human embryos in the stadiis of the second embryonic month to the newborn. So far the noticeable developmental proceedings hat not yet been examined according to scale so that the mobile development of this highly specialized organ and their differentiations depending on it have remained unknown.

With the 20 mm embryo the finger showed in its end-limb a characteristic dorsal flexion still being wider than long. This dorsal-flexion increases at the beginning of the second developmental month (stadium 20 mm) gradually proceeding to a volarflexion in the third month of about 40 mm. In this developmental month there begins the definitive proportionment of the end-limb. The soft under-part of the end-limb ("fingerberry") is growing slim. At the same time its structur changes. The chiefly cartilaginous endphalanx growing longer, the skin of the finger berry stays proximallytensil at the meanwhile developed distally remified blood-vessels and nerves or their perivasculary tissues. At the same time

processus uncinatus advances under the distally quickly enlargingskin. Only in the proximal part of the volar integument the skin remains pressed together in a narrow space during this developmental period so that its thickens locally into the so called "sensorial bunion". Consequently the locally thickened integument seens to be a local growth-modification of the skin. The early innervation of the sensorial bunion is no cause but a consequence of its development.

Literatur

Blechschmidt, E.: Zur Anatomie des Subcutangewebes. — Z. Zellf. **12**, S. 284 (1961).

— Die Architektur des Fersenpolsters. — Morph. Jb. **73**, S. 20 (1933).

— Die Frühstadien der menschlichen Gliedmaßenentwicklung. — Symposion. Den Haag 1963.

- - Der menschliche Embryo (deutsch-englisch). 45 mehrfarb. Tafeln, 47 schwarzweiße Tafeln. Schattauer Verlag, Stuttgart (1963). Ebenda ausführliche Literatur.

— Neue Wege in der Embryologie. La Roche 1964.

Schaeuble, J.: Die Entstehung der palmaren digitalen Triradien. Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Hautleistenzüge der distalen Palma. — Z. Morph. Anthrop. **31**, S. 403 (1933).

Schreiber, H.: Das Gefüge des cutanen und subcutanen Bindegewebes des Fingers und seine Bedeutung für die Ausbreitung entzündlicher Prozesse. — Arch. klin. Chir. **203**, S. 496 (1942).

Bonnevie, K.: Zur Mechanik der Papillarmusterbildung. I. Epidermis als formaktiver Faktor in der Entwicklung der Fingerbeere und der Papillarmusterbildung. — Arch. Ent. mech. **117**, S. 410 (1929).

Cummins, H.: The topographic history of the volar pads. — Contr. to Embryol. **20**, 113, S. 103 (1929).

Tafelerklärungen

Tafel 1

Abb. 1. Lage- und Formentwicklung des Fingerendgliedes. Mittelfinger von Embryo mit S.-S.-Länge: 20 mm, 27 mm, 41 mm, 60 mm, 96 mm, ca. 17 : 1.

Tafel 2

Abb. 2. Fortsetzung zu Abb. 1. Fingerbeere von Embryo mit S.-S.-Länge: 160 mm, 250 mm, ca. 17 : 1.

Tafel 3

Abb. 3. Mittelfinger längs. Im Endglied sind Skelet und Integument nicht deutlich different. (1) Anlage der Endphalanx, (2) Anlage der Gelenkpfanne der Endphalanx, (3) Randvene, (4) Entstehungsgebiet des Nagelbettes.
Embryo (28. 10. 1946) S.-S.-Länge 20 mm; 3/2/—5, ca. 120 : 1.

Abb. 3 a. Ausschnitt des Präparates Abb. 3. Oberhaut. Noch keine bevorzugte Ausrichtung der Zellen im Fingerendglied. Zwischen 1 und 2 distale Region der Flexorsehne, ca. 375 : 1.

Tafel 4

Abb. 4. Mittelfinger längs. Im Endglied sind Skelet-Subcutis- und Coriumanlage different. (1) Processus uncinatus, (2) Blutgefäße, (3) Oberhaut, (4) Sehne des M. flex. dig. prof., (5) Tastballen, (6) knorplige Endphalanx.
Embryo (20. 2. 1959) S.-S.-Länge 27 mm; 8/1/—2, ca. 120 : 1.

Abb. 4a. Ausschnitt aus dem Präparat der vorherigen Abbildung. In geringem Maße bevorzugte Ausrichtung der Mesenchymzellen des Integumentes. (1) Blutgefäße, (2) Sehne des M. flex. dig. prof., (3) Nerv, ca. 375 : 1.

Tafel 5

Abb. 5. Endglied des Mittelfingers (längs). (1) Oberflächlicher Faserzug (Zellen quer zu ihrer Sagittalachse getroffen), (2) mittlerer Faserzug (Zellen längs getroffen), (3) tiefer Faserzug (Zellen längs getroffen), (4) Anlage der knöchernen (nicht knorplig vorgebildeten) Epiphyse, (5) Spitze des Tastballens, (6) Sehne des M. flex. dig. prof., (7) Endphalanx, (8) Arterie.
Embryo (17. 12. 1948) S.-S.-Länge 41 mm; 31/2/—2, ca. 120 : 1.

Abb. 5a. Ausschnitt aus dem Präparat der Abb. 5. (1) Oberflächlicher Faserzug, (2) mittlerer Faserzug, (4) Tastballen, ca. 375 : 1.

Tabelle 6

Abb. 5b. Ausschnitt aus dem Präparat der Abb. 5. (2) Mittlerer Faserzug, (3) tiefer Faserzug, (5) Sehne, ca. 375 : 1.

Abb. 6. Ausschnitt aus dem Endglied des Mittelfingers eines 80 mm großen Embryo (12. 3. 1 956), 8/2/6. (1) Längsspindelige Zellen der tiefen Faserschicht, (2) Blutgefäß, ca. 375 : 1.

Anschrift der Verfasserin:

Frl. Sonja Sybille Schmidt, Anatomisches Institut der Universität Göttingen, 34 Göttingen, Kreuzberg-Ring 36.

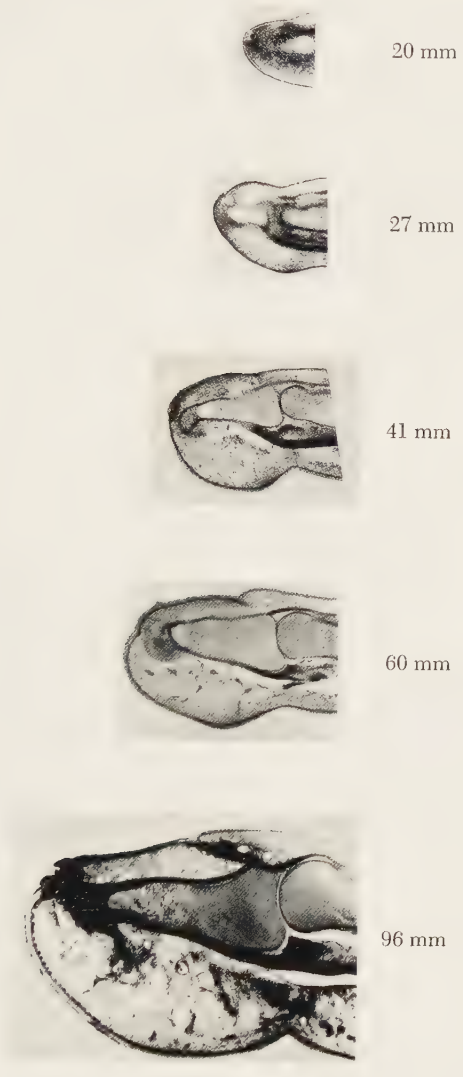

Abb. 1.

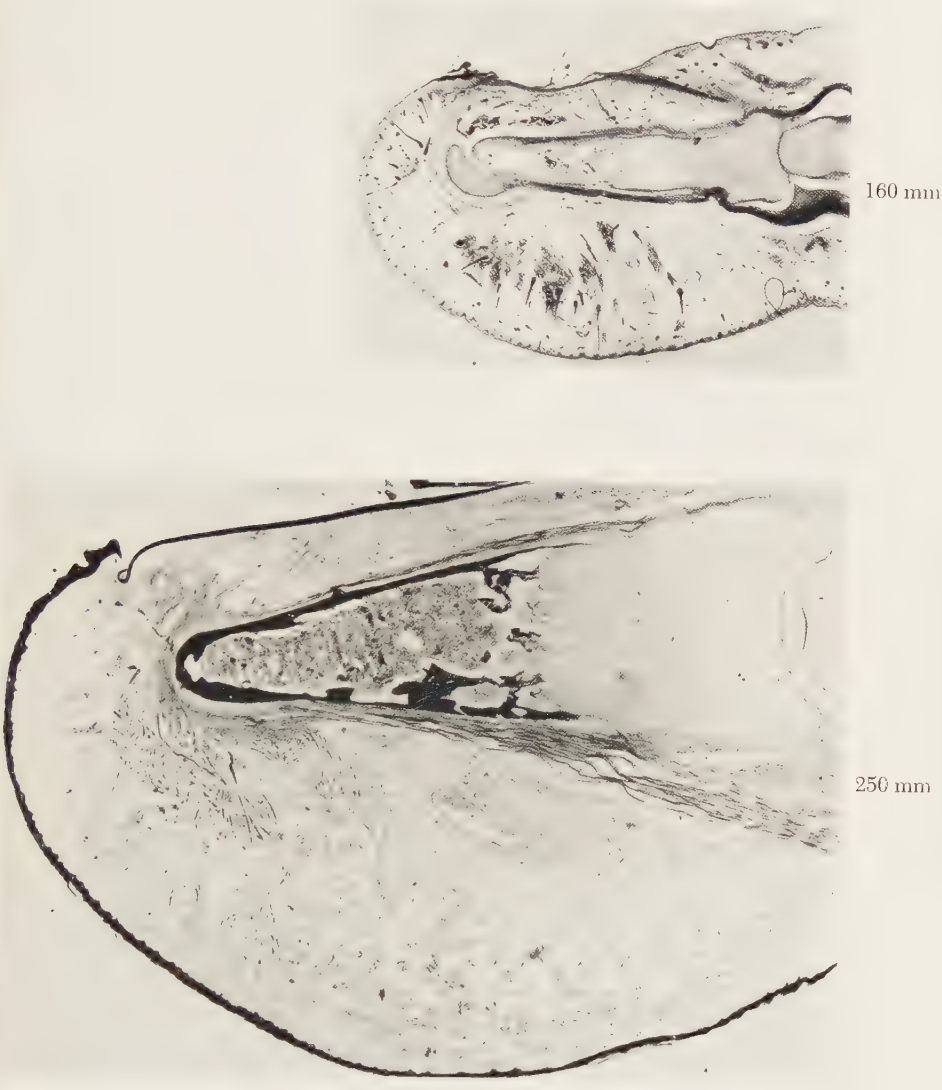

Abb. 2.

Abb. 3.

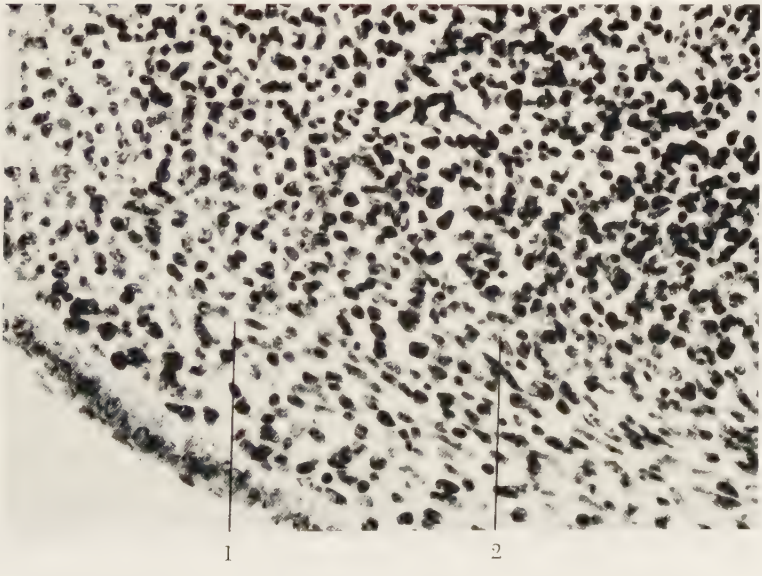

Abb. 3a.

Abb. 4.

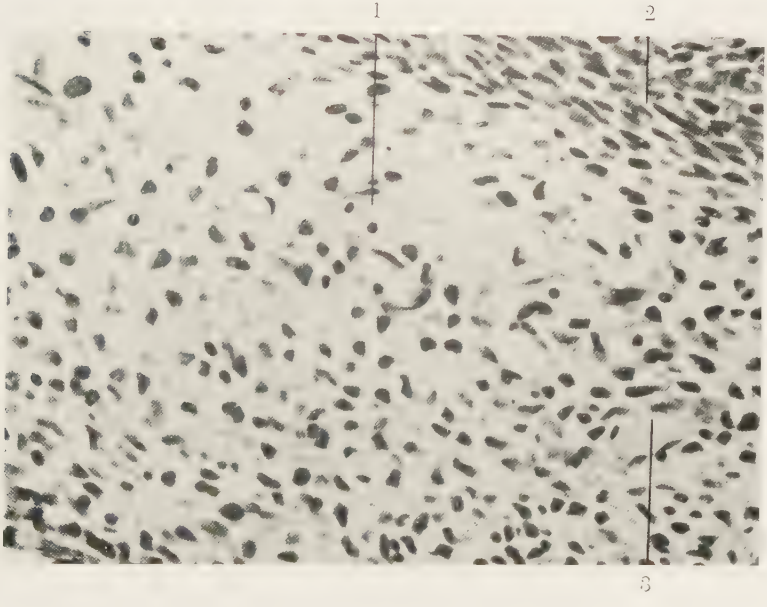

Abb. 4 a.

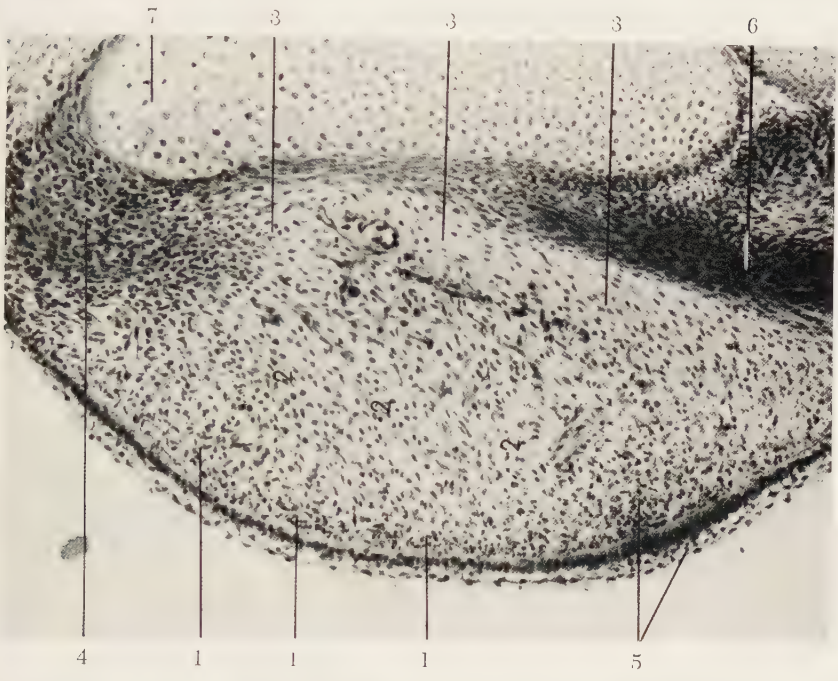

Abb. 5.

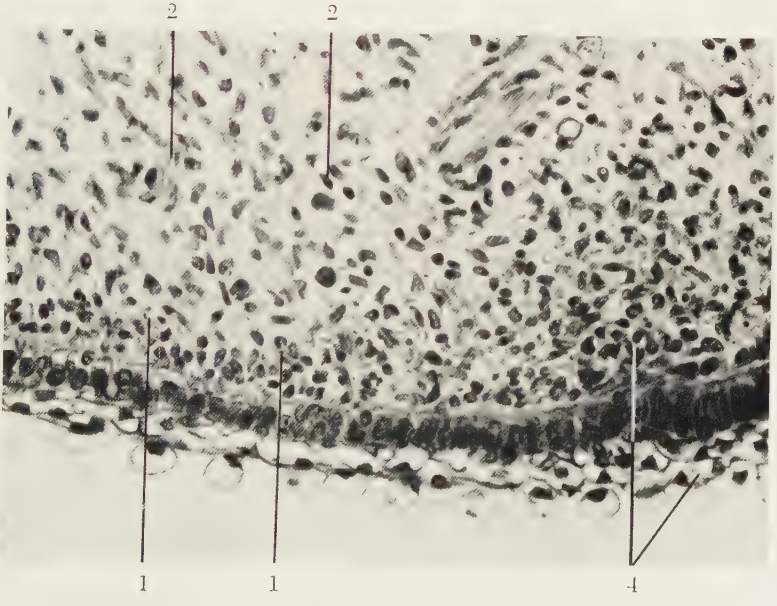

Abb. 5a.

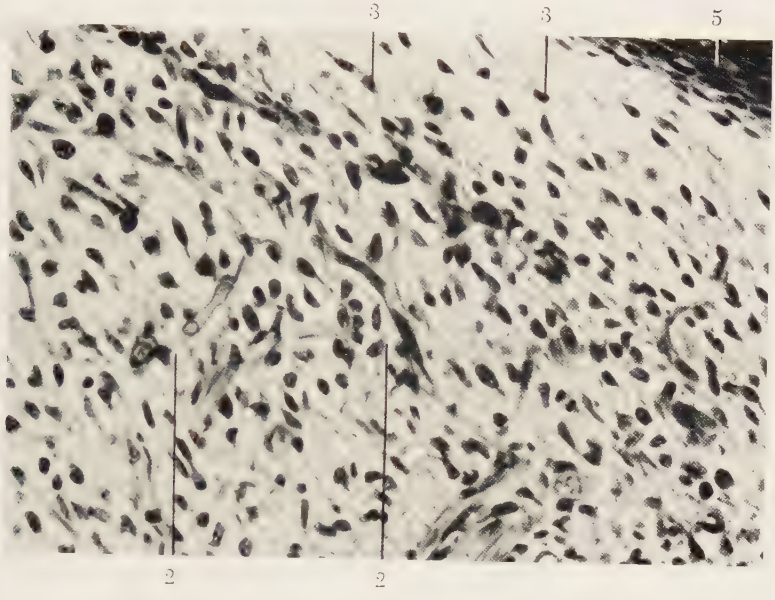

Abb. 5b.

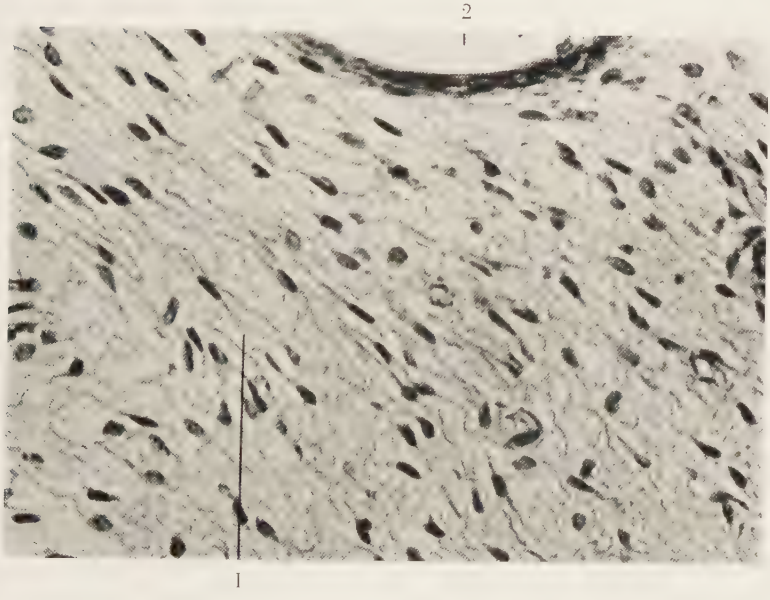

Abb. 6.

LEBENSLAUF

Als Tochter des Professors Dr.med., Dr.jur. Otto Schmidt und seiner Ehefrau Dr.med. Liselotte Schmidt geb. Reuter bin ich am 26.3.1938 in Bonn geboren.

1944 wurde ich in Danzig eingeschult und 1946 wurde der Schulbesuch nach der Flucht wieder in Rendsburg aufgenommen. Anschließend an die Grundschule besuchte ich in Göttingen den humanistischen Zweig des Gymnasiums für Mädchen und erhielt 1958 das Reifezeugnis. Für das folgende Sommersemester immatrikulierte ich mich an der Göttinger Universität. Nach dem zweiten Semester legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung ab. Am Ende des 5.Semesters bestand ich die ärztliche Vorprüfung. Nach dem 11.Semester beendete ich 1963 das Studium mit der ärztlichen Prüfung.

Seit dem 1. Januar 1964 bin ich als Medizinal-Assistentin in dem physiologischen Institut der Universität Göttingen tätig.